UNIVERSITÉ DE BORDEAUX II
Unités d'Enseignement et de Recherche
des Sciences médicales et pharmaceutiques

Année 1974 – Thèse n° 322

La Sonomanométrie tubaire nécessités techniques - étude des tracés

---

Thèse pour le Doctorat en Médecine
présentée et soutenue publiquement
le lundi 28 octobre 1974

par François CHEVALLIER
Eléve de l'Ecole du Service de Santé des Armées – Bordeaux
C.E.S. de Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports
né le 29 juin 1947 à Marseille (Bouches-du-Rhône)

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. G. NEVERRE	Professeur	Président
M. J.-C. ROQUES	Agrégé	
M. D. DUCASSOU	Agrégé	Juges
M. L. TRAISSAC	Agrégé	

Éditions Bergeret, 71, rue Leyteire – BORDEAUX
Tél. (56) 91.12.59

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547319_0026

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX II
Unités d'Enseignement et de Recherche
des Sciences médicales et pharmaceutiques

Année 1974 – Thèse n° 322

La Sonomanométrie tubaire nécessités techniques - étude des tracés

---

Thèse pour le Doctorat en Médecine

présentée et soutenue publiquement

le lundi 28 octobre 1974

par François CHEVALLIER

Eléve de l'Ecole du Service de Santé des Armées – Bordeaux
C.E.S. de Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports
né le 29 juin 1947 à Marseille (Bouches-du-Rhône)

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. G. NEVERRE	Professeur	Président
M. J.-C. ROQUES	Agrégé	Juges
M. D. DUCASSOU	Agrégé	
M. L. TRAISSAC	Agrégé	

Éditions Bergeret, 71, rue Leyteire – BORDEAUX
Tél. (56) 91.12.59

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

A LA MEMOIRE DE MES GRANDS PARENTS

A MON PERE, A MA MERE, A MES FRERES

Avec toute mon affection.

A MA FEMME

Dont l'amour, la confiance et le travail ont été pour moi un soutien quotidien.

A Philippe

A Christelle

A Sylvain

Au Père Lucien CAMAND

A TOUTE MA FAMILLE

A tous ceux qui m'accordent leur amitié

A Monsieur le Docteur R. GUILLERM

Médecin Chef des laboratoires de Physiotoxicologie du CERTSM à Toulon
Chevalier de la Légion d'Honneur

Vous avez inspiré le sujet de cette thèse et vous avez engagé votre haute compétence.
Veuillez trouver ici l'expression de notre respectueuse gratitude.

A Monsieur le Médecin en Chef de 2ème Classe C. LE MOUEL

Professeur agrégé du Service de Santé des Armées
Chef du Service ORL de l'Hôpital d'Instruction des Armées Sainte Anne à Toulon

Vos avis éclairés nous ont toujours beaucoup appris.
Votre dévouement, vos vastes connaissances nous donnent un exemple rare que nous souhaitons immiter.
Nous vous prions de croire à nos sentiments très respectueux.

A Monsieur E. RADZISZEWSKI

Docteur ès Sciences
Laboratoire de Physiologie du CERTSM à Toulon

Vous nous avez toujours réservé un accueil particulièrement bienveillant ; nous avons eu le bonheur de profiter de votre grande expérience, vos conseils nous ont été chaque jour utiles.
Soyez certain de notre amitié et de notre gratitude.

A tout le personnel de la CERTSM
et du Service ORL de l'Hôpital Sainte Anne

Sans vous rien n'aurait été possible.

Au Docteur Jean-Pierre BEBEAR

Ancien Interne des Hôpitaux
Chef de Clinique Assistant des Hôpitaux de Bordeaux

Nous vous remercions de l'aide que
vous nous avez apportée.

A Monsieur le Médecin Général
de 2ème Classe CURET

Spécialiste des Hôpitaux des Armées
Officier de la Légion d'Honneur
Officier de l'Ordre National du Mérite
Croix de Guerre 1939-1945
Directeur de l'Ecole du Service de Santé
des Armées - Bordeaux

A Monsieur le Médecin en Chef
de 1ère Classe GAVARRINO

Chevalier de la Légion d'Honneur
Chevalier de l'Ordre National du Mérite
Croix de la Valeur Militaire
Sous-Directeur de l'Ecole du Service de Santé
des Armées - Bordeaux

A Monsieur le Médecin en Chef
de 2ème Classe LE BROZEC

Assistant des Hôpitaux des Armées
Certifié d'Etudes Spéciales
de Gynécologie-Obstétrique

A NOS JUGES

Monsieur le Docteur L. TRAISSAC

Maître de Conférences agrégé d'Oto-rhino-laryngologie
Médecin des Hôpitaux

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en siégeant à notre jury.

Monsieur le Docteur D. DUCASSOU

Maître de Conférences agrégé de Biophysique
Biologiste des Hôpitaux
Docteur en Pharmacie
Licencié ès Sciences

Veuillez trouver ici l'expression de nos vifs remerciements et de notre amitié respectueuse.

Monsieur le Docteur J.C. ROQUES

Maître de Conférences agrégé de Biophysique
Médecin des Hôpitaux

Pour votre enseignement, pour l'honneur que vous nous faites d'appartenir à ce jury, nous vous exprimons notre profonde gratitude.

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur G. NEVERRE

Professeur titulaire de Physiologie
Biologiste des Hôpitaux (Exploration fonctionnelle)
Chevalier de la Légion d'Honneur
Croix de Guerre 1939-1945
Chevalier des Palmes académiques
Médaille d'Honneur du Service
de Santé des Armées

Nous vous remercions de présider ce Jury, et vous prions de croire à notre profonde et fidèle reconnaissance.

LA SONOMANOMETRIE TUBAIRE

NECESSITES TECHNIQUES. ETUDE DES TRACES

- ° -

PLAN

-°-

INTRODUCTION

CHAPITRE I.

- Rappel physiologique
- Rappel pathologique
- Classification des méthodes quantitatives d'exploration de la fonction équipressive

CHAPITRE II. La sonomanométrie tubulaire

- Principe
- Appareillage
- Examen des sujets : mode opératoire

CHAPITRE III. Interprétation des résultats

- Etude analytique des tracés
- Le Salpingogramme.

CHAPITRE IV Applications cliniques

- Sonomanométrie et hypoacousies à tympan fermé
- Sonomanométrie et dysperméabilité tubaire

CONCLUSIONS.

INTRODUCTION

-°-

Le tube auditif a été découvert en 1563 par BARTHOLOMEO EUSTACHUIS, il y a donc bien longtemps. La publication retardée de ce travail (1707), n'enlève rien à l'ancienneté de notre connaissance anatomique de ce canal.

Et pourtant, il a fallu attendre une époque toute récente pour préciser la physiologie, éclairer la physiopathologie et mettre au point des méthodes d'exploration de la trompe d'Eustache.

L'observation ostoscopique du tympan, au cours d'une manœuvre de Valsalva, a représenté pour des générations d'otologistes, la seule méthode d'appréciation de la perméabilité tubaire. Bien qu'elle puisse rendre des services, cette manœuvre est imparfaite puisqu'elle fait appel, pour vaincre la résitance tubaire, à une surpression rhino-pharyngée très élevée et qu'elle ne permet pas de juger la perméabilité de la trompe dans les conditions physiologiques normales.

L'enrichissement de nos connaissances sur la physiologie et la pathologie auriculaires, le développement de la chirurgie fonctionnelle de l'oreille moyenne, la sélection des individus, de plus en plus nombreux, candidats

à des fonctions où l'environnement subit des variations pressionnelles (plongeurs, aviateurs, sous-mariniers) ont rendu indispensables des méthodes plus précises pour chiffrer le degré de perméabilité ou de dysperméabilité tubaire.

L'exploration fonctionnelle quantitative de la trompe d' Eustache a commencé en 1937, grâce au pneumophone de Van DISHOECK. Cet appareil, très ingénieux, fournit des renseignements indirects sur la perméabilité tubaire en mesurant la pression endotympanique.

Il a fallu attendre 1960 pour voir apparaître des procédés directs qui permettent, avec précision, de tester l'ouverture tubaire :

- certains utilisent la conduction sonore (Elpern - Perlman) ;
- d'autres, l'enregistrement manométrique du passage de l'air à travers la trompe.

(l'école Suédoise de Lundt avec INGELSTEDT, ORTEGREN et FLISBERG ainsi que MILLER aux Etats-Unis.)

Tous ces travaux s'échelonnent de 1960 à 1965.

La méthode sonomanométrique, née en 1966, combine ces deux procédés (GUILLERM, RIU , BADRE, LE DEN et LE MOUEL). Elle est maintenant utilisée par plusieurs centres otologiques et les publications récentes des Ecoles bordelaise et marseillaise, entre autres, ont confirmé l'intérêt et la valeur de cette technique qui apparaît maintenant comme une méthode d'exploration précise et riche d'enseignements.

Depuis huit années, le laboratoire de Physiologie du Centre d'études et de recherches techniques sous-marines (C. E. R. T. S. M.), de TOULON, dirigé par le Docteur GUILLERM, a effectué plus de 3 000 examens.

Le but de ce travail est d'exposer les conclusions que l'étude d'ensemble de ces tracés permet de dégager.

Il se propose :

- d'opérer une systématisation des enregistrements qui jetterait les bases d'un Atlas de la sonomanométrie tubaire.
  . tracés typiques d'interprétation facile,
  . tracés atypiques, plus difficiles à analyser.
- de déterminer la fiabilité de la méthode d'une part, et ses limites d'autres part,
- de situer la place qu'occupe cet examen dans l'exploration fonctionnelle moderne de l'oreille moyenne,
- d'étudier ses applications cliniques en s'aidant des données qui nous ont été confiées par le service d'oto-rhino-laryngologie de l'hôpital d'instruction des Armées Sainte-Anne à Toulon.

- ° -

CHAPITRE I

RAPPEL SUR LA PHYSIOLOGIE LA PATHOLOGIE ET L'EXPLORATION FONCTIONNELLE DE LA TROMPE D'EUSTACHE

-°-

Avant d'aborder notre sujet, il est indispensable de rappeler brièvement le fonctionnement de la trompe d'Eustache, son rôle, ses dysfonctionnements et leurs conséquences et aussi de situer la sonomanométrie tubaire par rapport aux autres méthodes modernes d'exploration de l'organe.

A - RAPPEL PHYSIOLOGIQUE

Le rapport de 1967 à la Société française d'O.R.L. a bien précisé ces données. Nous les résumons : la trompe d'Eustache a deux fonctions essentielles, le draînage de l'oreille moyenne et surtout la fonction équipressive.

1 - La fonction de draînage ne nous retiendra pas car elle n'est pas explorée directement par la méthode sonomanométrique.

Elle permet l'élimination, vers le rhino-pharynx, des sécrétions normales ou pathologiques qui pourraient encombrer la caisse du tympan. De ce fait, elle contribue à la protection de l'oreille moyenne.

2 - La fonction équipressive, est fondamentale car elle détermine toute la physiologie et une partie de la pathologie de l'oreille moyenne. Le terme a été créé par les auteurs du rapport pour bien montrer que cette fonction répond à la nécessité de maintenir, dans l'oreille moyenne, une pression égale à la pression ambiante, condition indispensable au fonctionnement normal du système tympano-ossiculaire.

Deux notions essentielles doivent être rappelées :

- la trompe d'Eustache est fermée à l'état de repos et elle ne s'ouvre que périodiquement,
- l'équilibre des pressions entre l'oreille moyenne et l'extérieur peut être rompu de deux façons :
  - . soit par absorption des gaz par la muqueuse qui tapisse les parois de l'oreille moyenne. Cette absorption est faible mais continue et elle provoque une dépression progressive et lente (1 millibar en 10 minutes). Elle rend indispensable l'ouverture intermittente de la trompe pour permettre le passage de l'air du cavum vers l'oreille moyenne et rétablir l'équipression.
  - . soit par des variations de pression de l'environnement.
    (les variations positives de la pression ambiante accroissent la dépression endotympanique et demandent des ouvertures tubaires plus fréquentes,

    (les variations négatives entraînent une surpression dans l'oreille moyenne et provoquent l'ouverture de la trompe pour permettre une fuite d'air vers le rhino-pharynx.

La trompe peut donc fonctionner dans les deux sens mais il est important de noter que l'air s'échappe plus facilement de la caisse qu'il n'y pénètre. Cela nous amène à parler du mécanisme de l'ouverture tubaire.

3 - Le mécanisme d'ouverture.

Il est essentiellement musculaire et déterminé surtout par la déglutition, accessoirement par le baillement. La contraction synergique des deux muscles péristaphyllins, interne et externe, est indispensable pour écarter les deux parois de la lumière tubaire en vainquant la rigidité des structures fibro-cartilagineuses et la tension superficielle du mucus.

La déglutition peut être réflexe, sous l'effet de la sécrétion salivaire, ou volontaire. Elle suffit à maintenir l'équipression dans les conditions habituelles mais si les variations du milieu ambiant sont rapides et importantes, on doit, bien souvent, avoir recours à des manœuvres d'auto-insufflation volontaire (Valsalva, Frenzel, Tonybee.)

B - RAPPEL PATHOLOGIQUE

La trompe d'Eustache, tube dynamique, peut être le siège d'anomalies fonctionnelles que l'on peut classer en deux grands syndromes :

1 - L'excès de perméabilité ou béance tubaire, assez rare, mal supportée par le malade en raison de l'autophonie et des bruits d'origine tympanique qu'elle engendre, mais non dangereuse pour l'audition.

Souvent méconnue, la béance tubaire est parfaitement authentifiée par la sonomanométrie qui permet son diagnostic.

2 - L'insuffisance de perméabilité qui peut aller jusqu'à l'obstruction complète.

A l'inverse du syndrome précédent, elle est très fréquente et ses manifestations sont variées.

La dysperméabilité favorise l'apparition des barotraumatismes de l'oreille moyenne et de l'oreille interne.

L'obstruction est à l'origine de l'otite séreuse et de sa forme évolutive, l'otite scléro-adhésive.

Toutes les affections ont un dénominateur commun : elles menacent directement l'audition et peuvent entraîner des hypoacousies sévères. C'est dire que la dysperméabilité tubaire doit être dépistée précocément et qu'il faut lui opposer un traitement actif. En tant qu'instrument de diagnostic et de contrôle et l'efficacité thérapeutique, la sonomanométrie a un rôle privilégié.

C - CLASSIFICATION DES METHODES QUANTITATIVES D'EXPLORATION DE LA FONCTION EQUIPRESSIVE

Nous laissons, de coté, à dessein, les méthodes qualitatives qui ne fournissent que des renseignements imprécis sur le fonctionnement tubaire.

Les méthodes quantitatives, dont fait partie la sonomanométrie, sont plus intéressantes car elles permettent de chiffrer la résistance tubaire ou son inverse, la perméabilité.

1 - Les méthodes indirectes

a) Le pneumophone de Van DISHOECK

Son principe est simple : lorsque la trompe est perméable, la pression est la même des deux cotés du tympan et la transmission des sons est optima. Si la trompe n'est pas perméable, il se produit une dépression endotympanique, qui attire le tympan et la transmission des

sons s'en trouve perturbée. Pour que le tympan retrouve sa position d'équilibre et que l'audition soit restaurée, il faut réaliser une dépression équivalente dans le conduit auditif externe.

La valeur de cette dépression représente pour Van DISHOECK, la résistance tubaire.

Cette technique ne peut s'adresser qu'aux tympans fermés et elle nécessite une bonne coopération du sujet.

b - L'impédancemétrie (Metz - Terkildsen - Thomsen)

L'impédance est la propriété d'un système qui s'oppose à la propagation d'un mouvement vibratoire. Lorsqu'un son parvient au tympan, une partie de l'énergie sonore met en mouvement le système tympano-ossiculaire et l'autre partie est réfléchie. L'importance de cette dernière dépend de l'impédance de l'oreille moyenne : si le déséquilibre de pression entre les deux faces du tympan est grand, l'impédance est élevée et l'onde réfléchie sera importante.

Donc, l'impédance est proportionnelle au déséquilibre de pression et elle fournit des renseignements indirects sur la perméabilité tubaire.

La tympanométrie consiste à étudier les variations de l'impédance en fonction des modifications de pression exercées artificiellement dans le conduit auditif externe.

Ainsi que pour le pneumophone, cette technique exige que le tympan soit fermé.

2 - Les méthodes directes

Elles font appel à des procédés d'enregistrement graphiques qui objectivent l'ouverture tubaire. Elles peuvent être réalisées à tympan ouvert ou fermé.

a) Méthode sonique (Elpern, Naunton, Perlman)

Un son est émis dans le rhinopharynx et un microphone, relié au conduit auditif externe, pourra le capter si la trompe s'ouvre. En adjoignant à ce montage, un système d'amplification et d'enregistrement, on peut authentifier le phénomène.

b) Méthodes manométriques (Oltersdof-Ingelstedt, Ortegren-Flisberg - Miller).

Avec ces méthodes, on mesure, au niveau du conduit auditif externe hermétiquement obturé, les variations de pression produites par le passage de l'air dans la trompe.

c) La méthode sonomanométrique, qui fait l'objet de ce travail combine les deux méthodes précédentes. Elle sera décrite plus loin.

3 - Méthode mixte, à la fois indirecte et directe : l'impédance - manométrie de GERSDORFF et VOGELEER.

Ces auteurs complètent le dispositif d'impédancemétrie par un montage de manométrie.

Nous n'en avons pas l'expérience, mais de toute façon, cette méthode ne peut s'appliquer qu'aux tympans fermés, ce qui limite son utilisation.

- o -

CHAPITRE II

LA SONOMANOMETRIE TUBAIRE

- ° -

2. 1. - PRINCIPE

La méthode sonomanométrique combine deux procédés d'exploration directe de la perméabilité de la trompe d'Eustache.

1° - La conduction sonore

Un son de fréquence 100 Hz émis au niveau d'une narine est recueilli au niveau du conduit auditif externe par un microphone et enregistré par un système galvanométrique à jet d'encre. Au moment de la déglutition, le passage du son du rhinopharynx vers l'oreille par la trompe est objectivé par l'enregistrement (figure I). Un passage sonique franc garantit une parfaite perméabilité tubaire.

2° La tympanomanométrie

On crée une surpression contrôlée au niveau du rhinopharynx et l'on demande au sujet de déglutir. Si la trompe est perméable, il y a passage d'air vers l'oreille moyenne et mouvement d'abduction du tympan vers l'extérieur qui entraîne une variation de pression au niveau

du conduit auditif externe (figure IV) hermétiquement obturé. Cette variation de pression est détectée grâce à un électromanomètre dont le signal est enregistré comme précédemment grâce à un système galvanométrique à jet d'encre. Selon la valeur de la surpression rhinopharyngée nécessaire pour provoquer l'ouverture de la trompe on peut dire que la trompe d'Eustache est perméable (pression d'ouverture : 0 à 15 cm H_2O), dysperméable (pression d'ouverture de +15 à +30 cm H_2O) ou sténosée (pression d'ouverture > 30 cm H_2O) (GUILLERM, RIU et coll., 1966). L'exploration détaillée des tracés au salpingogramme fera l'objet du chapitre III.

La sonomanométrie permet ainsi une évaluation quantitative de la perméabilité tubaire, ce qui présente un intérêt évident lorsqu'il s'agit de se prononcer sut l'aptitude d'un sujet à subir des variations barométriques, de suivre l'évolution d'une thérapeutique ou de poser une indication opératoire dans la chirurgie réparatrice de l'oreille

2.2. - L'APPAREILLAGE

Il est composé d'un casque d'examen, d'une console et d'un ensemble d'amplification-enregistrement.

2.21 - Le casque d'examen (figure A)

C'est un serre-tête en plastique, ajustable au diamètre de la tête du sujet, et sur lequel sont fixés un dispositif obturateur du conduit auditif externe et un boîtier en plexiglas.

- Le dispositif obturateur est constitué par un tube en polyéthylène (diamètre intérieur : 1mm) sur lequel est monté un manchon en néoprène mince d'une longueur de 8 mm. Le manchon est relié à une seringue remplie d'eau dont le piston est équipé d'un pas de vis; ce système permet de gonfler le manchon et de bloquer la course du piston dans une position donnée. Enfin un bras articulé fixé sur le casque permet d'orienter la sonde auriculaire dans toutes les directions.

- Le boîtier en plexiglas sert de support à la sonde, à la seringue et renferme un capteur microphonique. La sonde aboutit d'une part, au microphone, d'autre part, à un capteur de pression du type à mutuelle inductance (ELEMA-SCHONANDER EMT 33) situé dans la console. L'ensemble constitué par les cathéters, le boîtier et aboutissant au capteur est rigoureusement étanche et permet la transmission intégrale du son au microphone et des variations de pression de l'oreille au capteur EMT 33.

2.22 - La console

Elle groupe deux capteurs de pression, un générateur sonique, un générateur de pression et un tableau de commande. (figure A)

- Le générateur sonique délivre un son dont le niveau est d'environ 90 décibels et la fréquence de 100 hetz ; un rhéostat et un interrupteur permettent de règler ou d'arrêter les vibrations sonores. Le son est conduit par un tuyau en vinyle jusqu'à une olive placée dans une narine du sujet.
- Le générateur de pression est constitué par une turbine capable de produire des variations de pression de 0 à 50 cm d'eau (mb) ; un alternostat permet de faire varier le régime de la turbine et d'ajuster la pression mesurable sur un manomètre du type BADIN gradué de 0 à 100 cm d'eau (mb). Le courant d'air débité est conduit au nez par un tuyau en vinyle qui vient se brancher en dérivation sur le tuyau relié au générateur sonique. Un des deux capteurs de pression qui se trouvent dans la console est en communication avec la sonde auriculaire, l'autre est relié à une olive nasale.

2.23 - L'ensemble d'amplificatio-enregistrement

Il est groupé dans un meuble ELEMA SCHONANDER MINGOGRAPH 81. L'enregistreur ELEMA

Vue d'ensemble de l'appareillage de sonomanométrie.

Au premier plan :

-le sujet muni du casque d'examen.

Au second plan :

-la console et l'ensemble d'enregistrement.

SCHONANDER MINGOGRAPH (34-20) possède trois canaux qui se caractérisent par l'inscription directe sur le papier par un système à jet d'encre, une grande amplitude d'inscription sur chaque canal, la possibilité de croisement des courbes voisines, la restitution des signaux allant de 0 à 700 Hz.

Les trois canaux correspondent aux trois fonctions suivantes :

- le canal 1 est destiné à l'enregistrement des variations de pression dans le conduit auditif externe,
- le canal 2 est réservé à la mesure de pression rhinopharyngée,
- le canal 3 sert à l'enregistrement de l'oscillogramme sonore.

Le schéma de principe de l'appareillage de sonomanométrie est donné sur la figure B. (GUILLERM et coll., 1966).

2.3 - ETALONNAGE ET REGLAGE DE L'APPAREILLAGE

Voici comment il faut procéder pour étalonner l'appareillage.

2.31 - Etalonnage

Après avoir sélectionné les sensibilités des galvanomètres (200 mm Hg pour le canal 1 et 10 mm Hg pour le canal 2) on ajuste les zéros à l'aide des boutons destinés à cet effet et situés sous les cadrans.

Une vanne à tiroirs LOENCO à 6 voies permet de mettre directement en communication les 2 capteurs de pression et la turbine ; cette manœuvre étant réalisée, on délivre une pression de 10 mb repérable

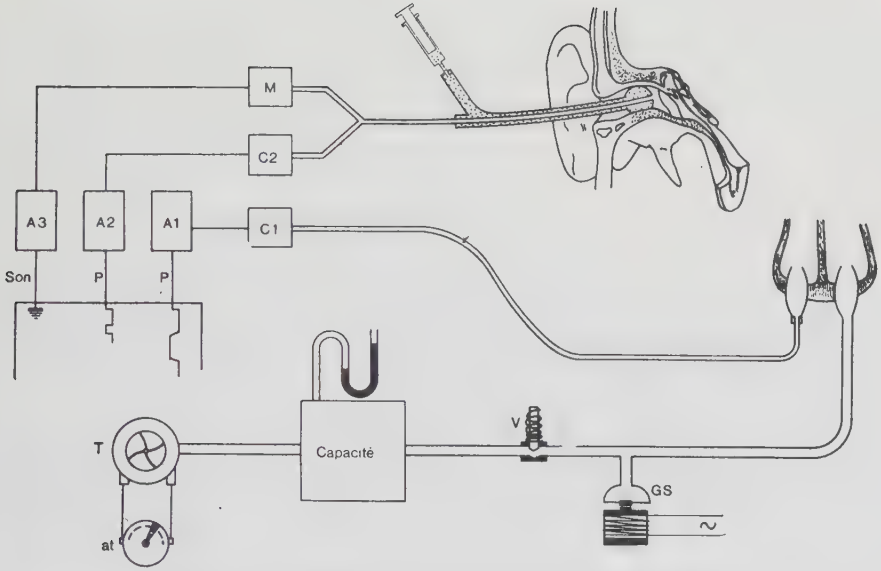


FIGURE B – Schéma de principe de la sonomanométrie.

M) Capteur microphonique. at) Autotransformateur. **C2) Capteur de pression auriculaire.** **Vanne électromagnétique.** **C1) Capteur de pression rhinopharyngée.** GS) **Générateur** **ique. T) Turbine.**

(d'après R. GUILLERM)

sur le manomètre type BADIN et on amène l'aiguille des galvanomètres à 100 ; on fait alors correspondre une déviation de 25 mm sur l'enregistrement (soit 25 mm papier = 10 mb). L'appareil étant correctement étalonné, on passe à la phase mesure.

2.32 - Règlage pour la mesure

Pour mettre l'appareil en position mesure, on pousse la vanne à tiroirs, ce qui a pour effet de mettre l'un des capteurs de pression en communication avec la sonde auriculaire et l'autre avec l'olive nasale.

Etant donné les faibles variations de pression qui sont enregistrées dans le conduit auditif, on augmente de 20 fois la sensibilité du galvanomètre correspondant : l'étalonnage ayant été réalisé à la sensibilité de 200 on passe a la sensibilité 10.

Pendant toute la durée des opérations suivantes, la vitesse de déroulement du papier enregistreur est fixée à 25 mm sec^{-1}.

2.4. - EXAMEN DES SUJETS : MODE OPERATOIRE

Les sujets qui avant l'examen auront été examinés et dont les conduits auditifs auront été bien lavés prennent place dans un fauteuil du type dentaire.

Le casque est mis en place et ajusté aux dimensions de la tête. Le manchon gonflable est introduit dans l'oreille jusqu'au contact tympanique puis retiré de 3 mm environ ; il est alors gonflé pour obtenir une étanchéité parfaite du conduit auditif externe. L'étanchéité est objectivée par une déviation positive du galvanomètre du canal 1.

2.41 - Première phase de l'examen : sonométrie

On donne au sujet un sialogue léger (par exemple un bonbon acidulé). L'embout narinaire

conduisant le son est placé dans une narine ; la bouche doit rester close.

L'appareil enregistreur est mis en marche à la vitesse de 25 mm/s. Le générateur sonique est mis en marche à son tour ; on enregistre un oscillogramme de très faible amplitude correspondant à la transmission du son à partie du cavum vers le conduit auditif externe par voie osseuse.

On demande au sujet de déglutir. Si la trompe s'ouvre, on observe une augmentation très nette et franche au niveau sonore. L'augmentation d'amplitude d'une véritable ouverture est caractérisée par la brusquerie; elle évoque la séparation soudaine des surfaces muqueuses accolées de la trompe sous l'influence des muscles.

2.42 - Deuxième phase de l'examen : exploration manométrique

Si l'exploration sonométrique se révèle négative, on procède à l'exploration manométrique. On détermine la pression d'ouverture au moment de la déglutition.

- Le sujet est relié au générateur de pression et au générateur sonique par l'intermédiaire d'une olive nasale. La narine libre est reliée au capteur de pression par l'intermédiaire de l'autre olive. Le sujet garde la bouche ouverte.
- On ajuste la pression par palier aux valeurs désirées (+5, +10, +15... cm H_2O) en demandant au sujet de déglutir une seule fois à chaque palier et d'ouvrir la bouche entre chaque palier. Cette manœuvre est effectuée jusqu'à ouverture de la trompe.
- Au moment du premier temps de la déglutition, quand le voile du palais s'applique contre la paroi postérieure pharyngée, l'ensemble fosse nasales-zones pharyngées constitue une cavité étanche ; l'élévation de pression sous l'influence du flux d'air injecté dans le rhinopharynx par une narine est mesurée au niveau de la narine controlatérale et enregistrée sur le canal n° 2.

- L'ouverture de la trompe est marquée sur le canal n°1 par une déflexion typique correspondant au déplacement du tympan sous l'influence du passage de l'air dans la caisse. Simultanément, l'oscillogramme sonore signe généralement l'ouverture, et permet de déterminer sa durée (figure IV).
- On détermine alors facilement la pression rhinopharyngée sur le tracé à l'instant du début de la déflexion. C'est la pression d'ouverture.

On demande ensuite au sujet de déglutir plusieurs fois jusqu'à ce que la pression dans l'oreille revienne à sa valeur initiale.

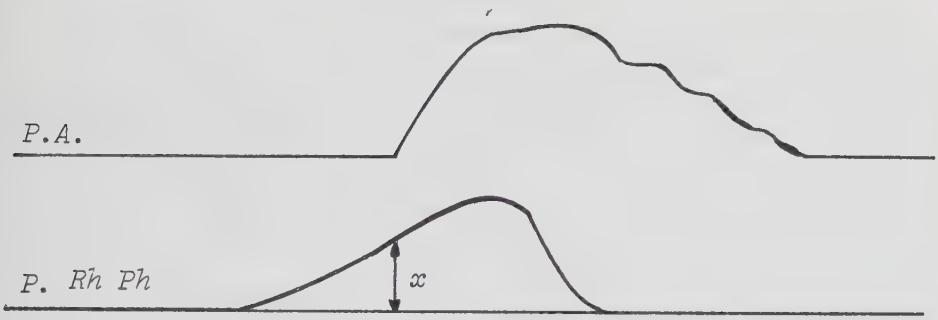
On répète alors la manœuvre manométrique 2 à 3 fois pour s'assurer que la valeur de la pression d'ouverture est bien constante.

2.43 - Troisième phase de l'examen : manœuvre de Valsalva

Etant donné les valeurs élevées des pressions rhinopharyngées atteintes au cours de cette manœuvre, on réduit de 5 fois la sensibilité du galvanomètre correspondant (50 mm Hg). Dans ces conditions 5 mm de déviation sur le papier correspondent à une surpression de 10 cm H_2O (10 mb).

Le sujet souffle lentement avec force dans l'olive reliée au capteur de pression : la narine libre est comprimée avec un doigt. Dans ces conditions, la pression rhinopharyngée croît graduellement sur le tracé manométrique et à un moment donné, on obtient une déflexion positive au niveau de l'oreille indiquant l'ouverture de la trompe. On renouvelle la manœuvre pour apprécier la constance de la pression d'ouverture. Enfin la même manœuvre est effectuée plusieurs fois mais avec plus de brusquerie.

2.5. - MODALITES PRATIQUES DE LA DETERMINATION DE LA PRESSION D'OUVERTURE LORS DE LA MANŒUVRE MANOMETRIQUE OU DE VALSALVA



Comme nous l'avons dit, on détermine aisément la pression d'ouverture de la trompe : c'est la valeur de la pression rhinopharyngée au moment du début de la déflexion dans la pression oreille moyenne.

L'étalonnage des galvanomètres ayant été réalisé dans les conditions indiquées (P. rhino : sensibilité 10 mm Hg ; P. oreille moyenne : 200 mm Hg ; pression d'étalonnage 10 mb ; déviation sur l'enregistrement : 25 mm), les valeurs trouvées sur l'enregistrement peuvent être calculées comme suit :

Canal pression Rhino

sur la sensibilité de 10 mmHg, 5 mm de déviation correspondent à 2 cm H_2O (mb),
sur la sensibilité de 20 mmHg, 5 mm de déviation correspondent à 4 cm H_2O (mb),
sur la sensibilité de 50 mmHg, 5 mm de déviation correspondent à 10 cm H_2O (mb).

Canal pression oreille moyenne

sur la sensibilité de 10 mmHg, 5 mm de déviation correspondent à 0, 1 cm H_2O (mb).

2.6. - INCIDENTS - PRECAUTIONS A PRENDRE

- Avant chaque examen

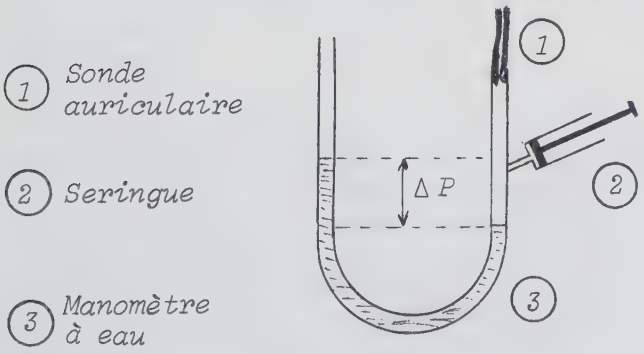
Souffler légèrement sur la sonde auriculaire à une distance de 2 cm environ. L'aiguille du galvanomètre pression oreille moyenne doit dévier rapidement et revenir aussitôt à la position zéro dès que l'on arrête de souffler, attestant qu'aucun bouchon ne s'est formé à l'entrée du tube de polyéthylène.

Dans le cas contraire, déboucher le conduit à l'aide d'un fin mandrin.

- Evaluation de l'étanchéité de la sonde et du réseau de mesure de pression de l'oreille moyenne

A la suite d'une fausse manœuvre, le manchon en néoprène peut se déchirer nécessitant son changement (échange standard). Dans ce cas, ou si une quelconque modification a été apportée au système, il faut s'assurer que l'étanchéité du circuit n'a pas été altérée.

Il suffit de réaliser le montage rapide suivant :



$\Delta P \simeq 10$ cm H_2O

La surpression créée à l'aide de la seringue doit se maintenir intégralement pendant 10 mn au moins.

CHAPITRE III

INTERPRETATION DES RESULTATS

- ° -

Comme toute méthode d'exploration fonctionnelle, la sonomanométrie exige un travail d'interprétation des résultats qui nécessite d'une part, de l'expérience, du métier et d'autre part, une bonne connaissance de la physiologie de la trompe d'Eustache et des principes physiques de fonctionnement de l'appareillage.

Si la plupart des cas ne posent pas de problèmes, quelques explorations sont d'interprétation difficile et demandent une confrontation serrée des divers tracés obtenus.

Il faut enfin indiquer que l'exploration se révèle impossible chez certains sujets présentant soit une otite externe douloureuse (le conduit auditif ne tolère pas la mise en place de la sonde gonflable), soit un conduit auditif tronconique (cas très rare où la sonde glisse vers l'extérieur). Enfin, en raison du calibre de la sonde d'une part, de la nécessité d'une coopération de la part du sujet d'autre part, l'exploration est impossible chez les enfants de moins de neuf ans.

Nous étudierons dans un premier temps les tracés élémentaires de chaque étape de l'exploration tubaire et dans un second temps, nous confronterons les données fournies pour établir la fiche synthétique de l'exploration, le salpingogramme.

3.1 - ETUDE ANALYTIQUE DES TRACES

L'exploration fonctionnelle de la trompe d'Eustache telle que nous la pratiquons par la technique sonomanométrique comporte comme nous l'avons dit, trois étapes :

1°) - L'exploration sonique,

2°) - L'exploration manométrique,

3°) - L'exploration au cours de la manœuvre de Valsalva.

Nous présentons ci-après les tracés élémentaires de chaque étape les plus fréquemment rencontrés et les problèmes interprétatifs qu'ils posent.

3.11 - EXPLORATION SONIQUE

3.111 - Aspects typiques

Lorsque la trompe est parfaitement perméable, à chaque déglutition on voit apparaître un oscillogramme dont la forme est caractéristique et représentée sur la figure (I) ; l'ouverture est signée par une déflexion brutale et perpendiculaire à l'axe des temps ; la fermeture est progressive. Ceci est l'aspect le plus fréquemment rencontré. Parfois l'ouverture se fait en deux temps au cours d'une même déglutition, mais elle est toujours brusque, objectivant la séparation des surfaces muqueuses. La constatation d'un oscillogramme

sonore typique permet d'affirmer l'ouverture tubaire à une surpression nulle et par là même , autorise à ne pas poursuivre l'examen. Néanmoins, il est parfois utile de poursuivre et notamment de pratiquer une manoeuvre de Valsalva selon le protocole exposé plus haut.

Par ailleurs, connaissant la vitesse de déroulement de l'enregistreur (25 mm/sec^{-1}), on peut calculer la durée d'ouverture de la trompe au cours d'une déglutition. GUILLERM et coll. (1966) d'une part, et RABALL (1973) d'autre part, estiment qu'elle est de l'ordre de 0, 30 sec.

3. 112 - Aspects atypiques

La présence d'un oscillogramme sonore à amplitude élevée constante est en faveur d'une béance (la trompe est continuellement ouverte). Ce cas est illustré sur la figure III).

N. B. : Il faut vérifier bien entendu que le générateur sonique est à sa puissance moyenne et qu'il ne s'agit pas d'une transmission osseuse.

Il arrive parfois lors des déglutitions qu'une déflexion oscillographique sonore s'inscrive au moment de la déglutition. Cependant, contrairement à l'aspect classique qui a été décrit, il présente une allure symétrique de faible amplitude et en forme de lozange (figure II). Cette forme exclut généralement l'ouverture tubaire comme le confirme généralement la suite de l'examen. Il s'agit dans ce cas d'un phénomène de résonance au niveau de l'ensemble fosses nasales - zone pharyngée sus vélique qui constitue une cavité étanche au moment de la déglutition par relèvement du voile sur la paroi postérieure pharyngée. Le son est alors transmis par voie osseuse.

3. 113 - Conclusions

Tous les auteurs estiment que 33 p 100 des sujets ouvrent leur trompe d'Eustache à la déglutition.

Ce critère est un critère de bonne perméabilité tubaire mais ne constitue pas un critère absolu, l'absence d'oscillogramme sonore n'étant pas synonyme de dysperméabilité. En effet des expériences de laboratoire ont montré qu'il suffisait chez un sujet perméable et présentant un tympan perforé, d'instiller un peu de sérum physiologique à travers la perforation pour que le son qui passait à chaque ouverture cesse d'être transmis (GUILLERM et coll. 1966).

3.12 - EXPLORATION MANOMETRIQUE

La manométrie est une manoeuvre active qui permet d'explorer la musculature tubaire ; nous avons vu que le but recherché est la détermination de la presion d'ouverture.

3.121 - Aspects typiques

L'ouverture tubaire est objectivée par une déflexion brusque du tracé correspondant à l'enregistrement de la pression auriculaire ; la déflexion a pour origine une augmentation brusque de la pression liée au mouvement d'abduction du tympan sous l'influence du passage de l'air dans la caisse. Un exemple de tracé est donné sur la figure IV.

Un autre aspect à considérer dans le tracé est la persistance d'une surpression dans l'oreille après l'ouverture ; c'est la surpression résiduelle.

Chez certains sujets bien perméables, la surpression est fugace et le tracé de pression revient à sa valeur initiale avant l'ouverture.

Chez d'autres sujets, il suffit d'une ou deux déglutitions pour revenir à la ligne de base, ce qui est encore physiologique.

Par contre, et ceci s'observe fréquemment chez les sujets à pression d'ouverture anormalement élevée, il faut parfois de nombreuses déglutitions pour que cesse cette surpression. Ce phénomène pathologique

Figure I

Figure II

Figure III

Figure IV

Sur toutes les figures

PA	:	*pression auriculaire*
PR	:	*pression rhinopharyngée*
Dég	:	*déglutition*
SR	:	*surpression résiduelle*
Le signe ↕	:	*représente 5mm sur le papier enregistreur original*

Figure I : *Oscillogramme sonore typique*
ouverture à une surpression nulle.

Figure II : *Oscillogramme sonore atypique*
en losange excluant l'ouverture tubaire.

Figure III : *Oscillogramme sonore continu*
au cours d'une manœuvre de béance positive.

Figure IV : *Manométrie typique*
ouverture tubaire pour 12cm d'eau.

Fig I

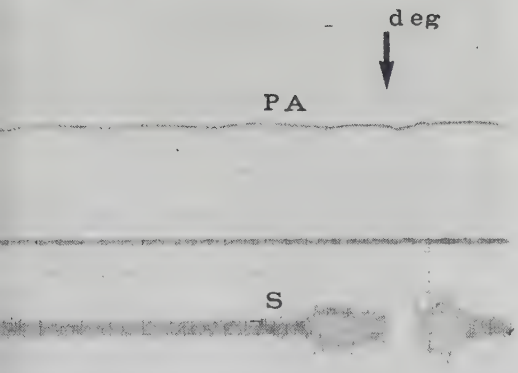


Fig II

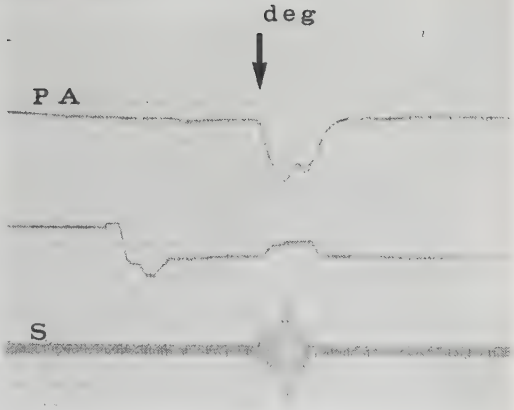


Fig III

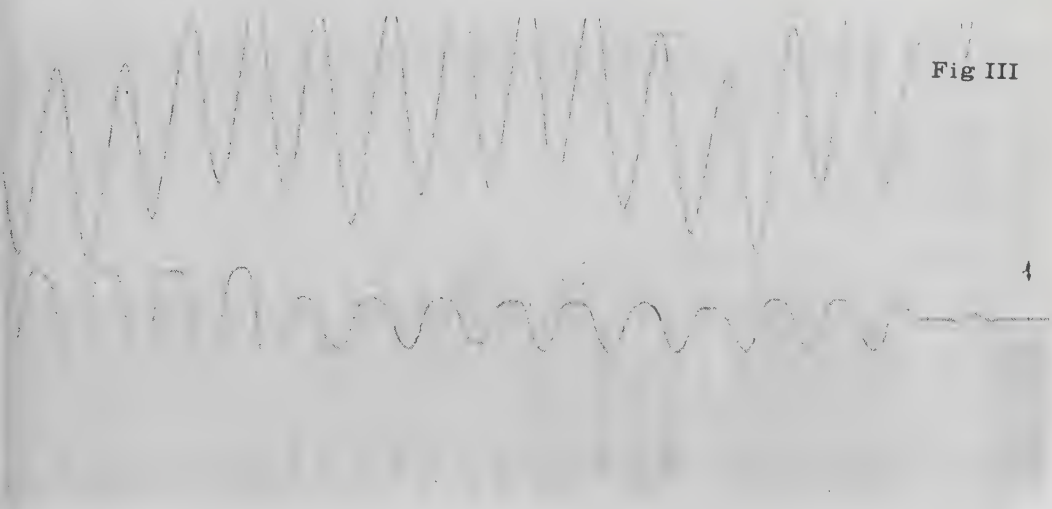
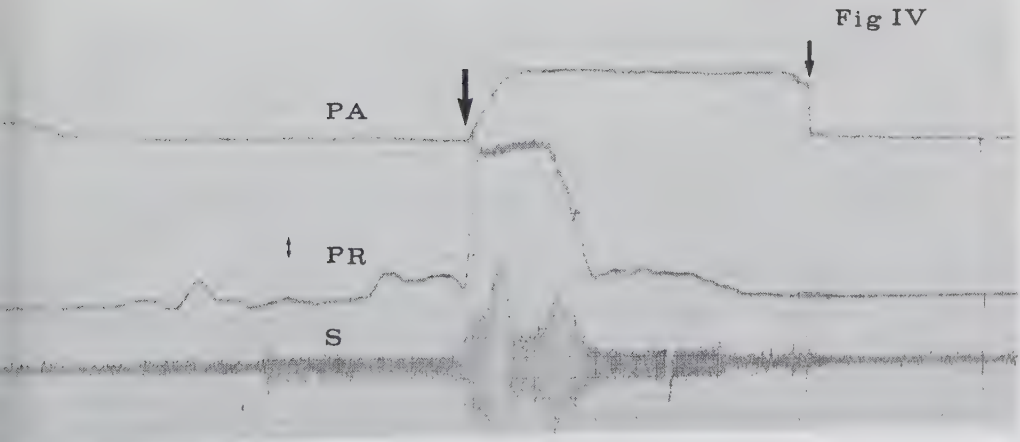


Fig IV



est en rapport avec l'état inflammatoire de la muqueuse tubaire (figure V).

On l'observe aussi lors de perforation tympanique mais dans ce cas, il n'a plus la même signification : un nombre important de déglutitions est en effet nécessaire pour évacuer le volume d'air qui a pénétré non seulement dans l'oreille mais également dans l'espace mort de l'appareillage.

3.122 - Aspects atypiques

Dans certains cas les tracés peuvent être, comme nous le verrons au paragraphe 3214, difficiles à interprèter en raison de la faible amplitude de la déflexion de la pression auriculaire. Un tel type de tracé est représenté sur la figure VIII. La présence d'un oscillogramme sonore typique est dans ce cas précis, un critère permettant d'affirmer qu'il y a bien eu une ouverture tubaire.

Dans d'autres cas, l'absence d'angulation franche sur le tracé auriculaire, laisse subsister un doute sur la signification de l'augmentation de pression observée. La déglutition fait varier la pression en agissant sur la paroi du conduit auditif externe (la sonde n'est pas dans ce cas dans la partie osseuse du conduit auditif) et la déflexion atypique ne correspond pas à une ouverture.

3.123 - Absence de déflexion

L'absence de déflexion pour une pression donnée, si l'étanchéité de la sonde est correcte, traduit l'absence d'ouverture de la trompe. C'est un critère très fidèle.

3.13 - MANOEUVRE DE VALSALVA

Au cours de la manœuvre de Valsalva, il y a forcément passif de la trompe par la pression.

La manœuvre de Valsalva apporte des renseignements supplémentaires en particulier en ce qui concerne l'ostium tubaire rhino-pharyngé, une fois connu le seuil d'ouverture tubaire au cours de la déglutition.

3. 131. - Aspects typiques

La pression croît graduellement sur le tracé manométrique rhino-pharyngé, et à un moment donné, on obtient une rapide et brutale déflexion positive au niveau du canal auriculaire signant l'ouverture de la trompe avec passage d'air. La valeur correspondante de surpression rhinopharyngée est la pression d'ouverture.

La figure (VII), correspond à l'image typique d'un Valsalva progressif positif avec ouverture à + 34 cm H_2O .

3. 132 - Aspects atypiques

Un des aspects fréquemment rencontrés est représenté sur la figure (VI). Il s'agit d'un Valsalva progressif ; comme on peut le voir, l'ouverture tubaire est suivie par une augmentation brusque de la pression auriculaire venant se greffer sur une augmentation de pression initiale moyenne sans angulation ; cette dernière s'explique par un gonflement de la muqueuse de la caisse et de la trompe sous l'influence de l'élévation de pression veineuse céphalique au cours de la manœuvre. En effet, le Valsalva entraîne un blocage du retour veineux au niveau pulmonaire avec élévation progressive de la pression veineuse.

Apparemment plus délicat d'interprétation est le tracé de la figure (IX) qui peut en imposer pour une ouverture : on observe une augmentation synchrone des pressions nasopharyngées et auriculaires qui pourraient faire croire à une ouverture de la trompe à de très basses pressions, telle qu'on en observe dans les béances ; le contexte (résultats sonomanométriques) montre qu'il n'en est rien et qu'on se trouve en présence d'une élévation de pression d'origine vasculaire comme dans le cas précédent.

FIGURE V

FIGURE VI

FIGURE VII

FIGURE VIII

Figure V : *Manométrie ouverture pour 11cm H_2O. surpression résiduelle s'annulant en dix déglutitions.*

Figure VI : *Valsalva progressif. Ouverture tubaire (flèche) venant se greffer sur une augmentation de pression rhinopharyngée vraisemblablement due au gonflement de la muqueuse de la caisse sous l'influence de l'élévation de pression veineuse céphalique.*

Figure VII : *Valsalva positif pour 34cm H_2O.*

Figure VIII : *Faible amplitude des déflexions ouverture pour 9cm H_2O signée par l'oscillogramme sonore.*

Fig V
PA
I PR
S

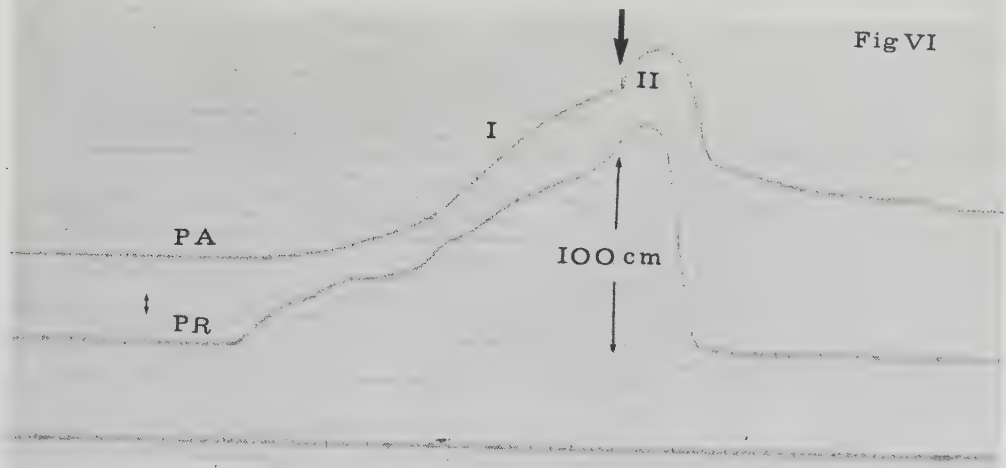
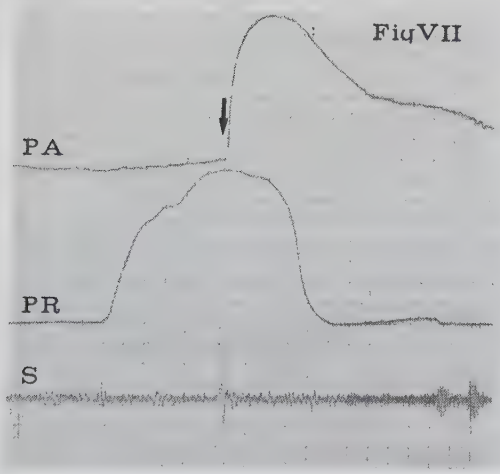


Fig VI
II
I
PA
PR
100 cm


FiqVII
PA
PR
S

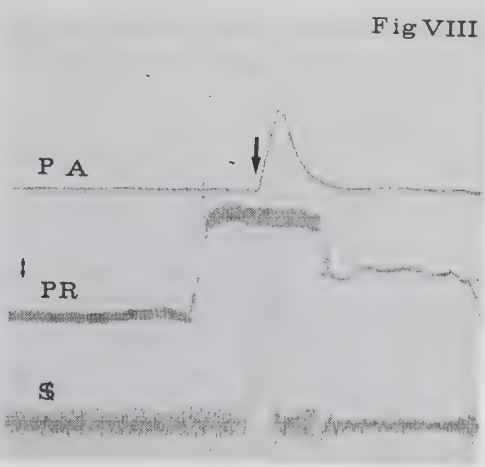


Fig VIII
P A
PR
S

3.2 - LE SALPINGOGRAMME

Les résultats obtenus au cours des trois étapes de l'examen sonomanométrique sont consignés sur une fiche d'exploration fonctionnelle tubaire ou salpingogramme, du modèle présenté à la figure suivante.

FICHE D'EXPLORATION FONCTIONNELLE TUBAIRE

Date :

Nom : Prénom : Age : Médecin traitant :

Histoire clinique :

	O.G.					O.D.				
1)EXPLORATION SONIQUE										
2)VALSALVA Pression d'ouverture Nombre de déglutitions										
3)EXPLORATION MANOMETRIQUE Pression d'ouverture Nombre de déglutitions										

Diagnoctic Signature

La confrontation des résultats permet d'obtenir l'information quantitative désirée sur le fonctionnement de la trompe. Elle renseigne le clinicien sur l'importance de la dysperméabilité tubaire et dans certains cas, sur son origine.

3.21 - Lévaluation de la pression d'ouverture au cours de la déglutition renseigne sur le fonctionnement physiologique de la trompe, celui qui assure l'équipression sur les deux faces tympaniques.

La classification schématique établie par GUILLERM et coll. en 1966 du degré de perméabilité en fonction de la pression d'ouverture reste valable :

- trompe très perméable : ouverture sonique,
- trompe perméable : ouverture manométrique entre 0 et 15 cm d'eau,
- trompe dysperméable : ouverture manométrique entre 15 et 30 cm d'eau,
- trompe stérosée : ouverture ou non ouverture à des pressions supérieures à 30 cm d'eau.

Cette classification basée sur la pression d'ouverture doit être complètée et éventuellement tempérée par les autres informations recueillies au cours de l'examen :

- la constance de l'ouverture pour une pression donnée,
- l'existence d'une surpression résiduelle,
- les résultsts de la manœuvre de Valsalva,
- l'amplitude de la déflexion tympanique à l'ouverture

3.211 - Constance de l'ouverture

Au cours de chque étape de l'exploration, les manœuvres sont répétées plusieurs fois. La constance ou l'inconstance de l'ouverture dans des conditions données donne une information complémentaire sur l'état fonctionnel de la trompe. En ce qui concerne l'ouverture sonique à la pression zéro, elle se répète généralement à chaque déglutition ; si tel n'est pas le cas et si

l'on observe l'ouverture seulement une fois sur six, cela suffit pour garantir la bonne perméabilité de la trompe.

L'ouverture manométrique se produit souvent à chaque déglutition pour une gamme de pression voisine ; mais il arrive que l'ouverture se fasse de façon inconstante : on observera par exemple une ouverture à 20 cm et pas d'ouverture à six reprises à des pressions pourtant supérieures comprises entre 25 et 30 cm ; on en déduira que le mécanisme moteur musculaire de la trompe fonctionne de façon irrégulière et la valeur de 20 cm qui correspond à une dysperméabilité modérée doit être dans l'interprétation majorée pour tenir compte de son caractère inconstant : la dysperméabilité doit être considérée comme importante.

3.212 - Surpression résiduelle

Une surpression résiduelle qui cède spontanément ou par une ou deux déglutitions, traduit une bonne perméabilité dans le sens oreille-cavum et est en règle avec les pressions d'ouverture basses.

Une surpression qui ne s'annule qu'au bout de nombreuses déglutitions marque que le débit tubaire est faible et est en faveur d'un retrécissement de la lumière tubaire. Le rétrécissement provient le plus souvent d'une muqueuse tubaire tergescente (catarrhe tubaire). Le cas, assez peu fréquent d'une surpression résiduelle accompagnant une pression d'ouverture basse (15 cm) évoque un obstacle tubaire siègeant plutôt du côté de la caisse du tympan.

Le cas le plus banal de la surpression résiduelle avec pression d'ouverture élevée traduit l'existence d'un retrécissement de la lumière tubaire soit sur toute son étendue, soit dans la région ostiale. L'existence d'une surpression résiduelle après ouverture dans les cas de tympan perforé est de règle et comme nous l'avons déjà dit, n'a pas de signification en raison du volume d'air à évacuer par la trompe.

3.213 - Manoeuvre de Valsalva

Les pressions d'ouverture au cours de la manœuvre de Valsalva sont à comparer aux pressions d'ouverture obtenues au cours de la déglutition. Il existe toujours une différence de pression (sauf en cas de béance), le forcement passif de la trompe (Valsalva) s'effectuant à une pression supérieur à celle de l'ouverture active.

Une différence de pression faible chez un sujet dysperméable traduit l'inefficacité relative de la musculature péritubaire ; il arrive même que l'ouverture manométrique ne se produise pas alors que la manoeuvre de Valsalva ouvre la trompe à des pressions normales (40-100 cm). Dans ce cas, le moteur musculaire péritubaire ne fonctionne pas ; la muqueuse tubaire n'est pas en cause.

Une différence de pression très élevée ou l'absence d'ouverture au Valsalva chez un sujet qui ouvre en manométrie à une pression normale est en faveur d'un obstacle siègeant au niveau ostial ; il s'agit souvent d'un bourrelet ostial hypertrophique faisant clapet lors de la suppression rhinopharyngée. Par contre, le fonctionnement des muscles péristaphylins est normal.

Une autre information à prendre en considération est, comme dans l'épreuve manométrique, la constance de l'ouverture. La valeur de pression d'une ouverture doit être dans l'interprétation majorée si elle présente un caractère très inconstant.

3.214 - L'amplitude de la déflexion tympanique

La faible amplitude des déflexions tympaniques à l'ouverture manométrique peut donner lieu à diverses interprétations. Il est d'abord indispensable de s'assurer qu'il ne s'agit pas d'un artefact lié à l'obstruction partielle du cathéter de la sonde par du cérumen ou à la mauvaise étanchéité de la sonde (manchon insuffisamment gonflé). Ces précautions prises, la persistance d'une amplitude faible peut traduire soit une faible

mobilité du tympan (tympan épaissi, fibreux, ou rigidité de la chaine ossiculaire) soit l'existence d'un débit tubaire très réduit. Dans ce dernier cas, il existe une surpression résiduelle.

Une amplitude anormalement importante peut être due à une perforation tympanique . Dans ce cas (figure X) la pression auriculaire est telle que le tracé sort des limites du papier enregistreur. Le retour de la pression à sa valeur initiale nécessite un nombre important de déglutitions (souvent supérieur à 10). Assez souvent, la sonomanométrie objective ainsi des microperforations qui sont passées inaperçues à l'examen clinique.

Une amplitude importante, mais avec un tracé restant dans les limites de l'enregistrement s'observe dans les cas de mobilité anormale du tympan. Il s'agit soit d'une rupture ou d'une dislocation ossiculaire soit d'un tympan flaccide néoformé.

3.22 - LES BEANCES TUBAIRES

Une béance tubaire est soupçonnée soit lorsque l'oscillogramme sonore s'enregistre avec une amplitude importante en continu avec renforcement à la déglutition soit lorsque l'exécution de la manoeuvre de Valsalva montre un passage de l'air dans l'oreille synchrone de l'élévation de la pression rhinopharyngée.

La confirmation s'obtient en pratiquant une épreuve dite de béance : la sonde auriculaire étant en place, les sensibilités du galvanomètre "pression rhinopharyngée" et "pression auriculaire" étant sur 10, on demande au patient de placer dans une narine l'olive reliée au capteur de pression rhinopharyngée et de respirer normalement par l'intermédiaire de la narine libre ; si les variations de pression auriculaire sont synchrones des variations de pression rhinopharyngée (figure III) et si elles ont une grande amplitude, l'épreuve est positive.

Une contre épreuve consiste au cours de la

FIGURE IX

FIGURE X

FIGURE XI

FIGURE XII

Figure IX : *Déflexion auriculaire progressive synchrone de l'élévation de pression rhinopharyngée ; retour progressif à la pression ambiante sans déglutition : phénomène vasculaire.*

Figure X : *Amplitude de la déflexion anormalement importante, grand nombre de déglutition pour retrouver la pression ambiante : perforation tympanique.*

Figure XI : *Variations de pression auriculaire et rhinopharyngée synchrones, absence d'oscillogramme sonore. Amplitude des variations de pression auriculaire ≃ 15 cm H_2O (comparer avec figure III) : phénomène vasculaire.*

Figure XII : *Compression des jugulaires (flèche) au cours d'une manoeuvre de Valsalva ; la surpression auriculaire se maintient tant que dure la compression signant l'origine vasculaire du phénomène.*

Fig IX

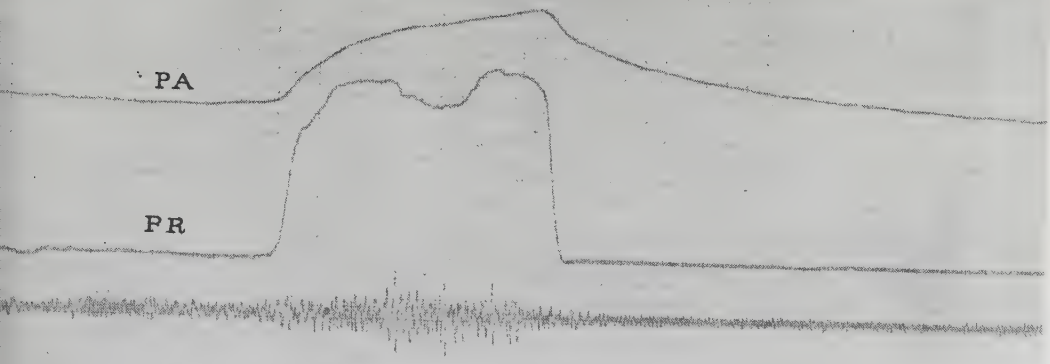


Fig X

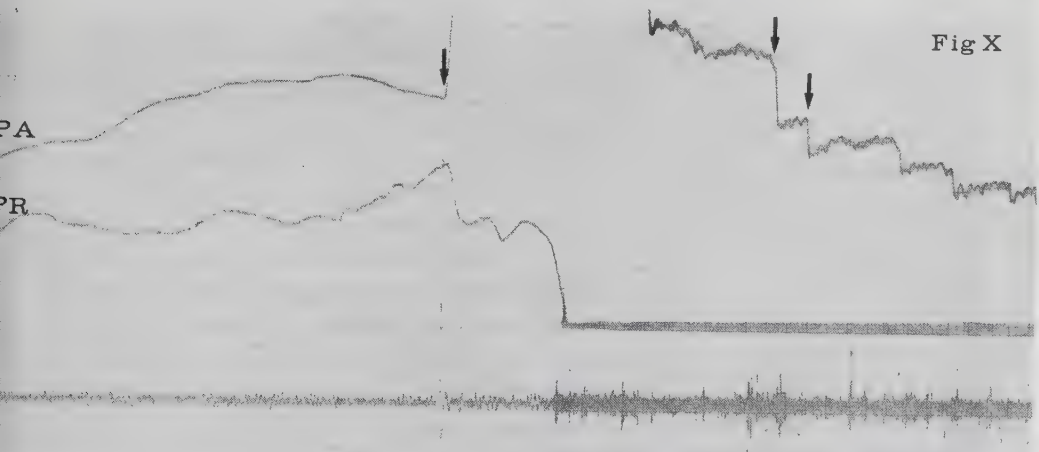


Fig XI

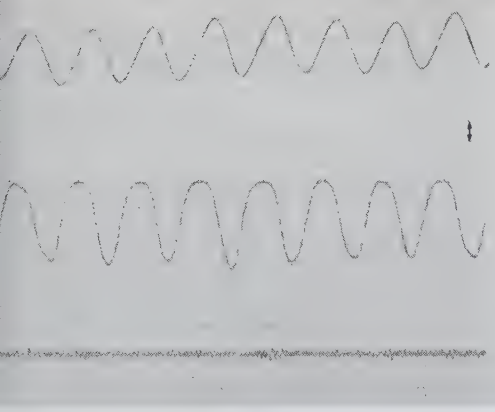
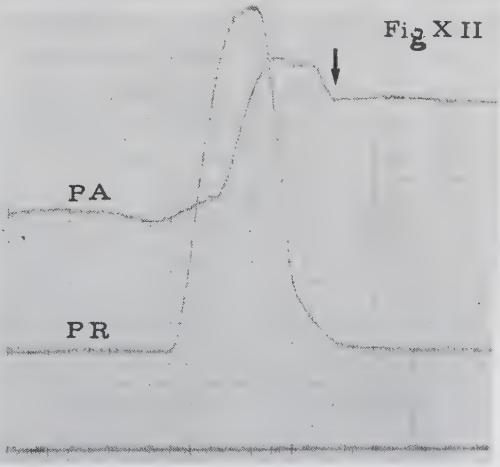


Fig XII



manoeuvre précédente à bloquer le retour veineux en comprimant les tubulaires ; on constate alors la disparition de la béance et les variations de pression rhinopharyngée ne sont plus transmises au niveau tympanique. La surpression veineuse au niveau de la trompe d'Eustache supprime sa perméabilité.

Il faut signaler que certains tracés, rares, peuvent simuler une béance tubaire :

Il s'agit toujours de sujets ayant un long passé otitique avec une muqueuse tubotympanique vraisemblablement hypertrophique.

Lors de la manoeuvre de Valsalva, la surpression veineuse se traduit par une déflexion progressive synchrone de l'élévation de pression rhinopharyngée (fig IX) qui simule ce que l'on observe en cas de béance. La manoeuvre dite de béance montre aussi des oscillations de pression rhinopharyngée et auriculaire synchrone (figure XI). Mais l'observation attentive du tracé montre que l'amplitude des variations de pression auriculaire est moindre que dans le cas d'une béance et elle nécessite une certaine surpression rhinopharyngée pour se manifester (ΔP = 15 cm H_2O) ; à ceci il faut en plus mentionner l'absence d'oscillogramme sonore continu et l'ouverture manométrique à une pression élevée. Le doute est levé en comprimant les jugulaires au cours d'une manoeuvre de Valsalva ; dans ce cas en effet, la surpression auriculaire se maintient tant que dure la compression, signant l'origine vasculaire du phénomène (figure XII)

3.3. - CONCLUSIONS

L'analyse attentive des tracés élémentaires et la confrontation des résultats partiels sont des étapes nécessaires à une bonne interprétation autorisant un diagnostic précis du degré de dysperméabilité tubaire, du siège et de la nature de l'obstruction éventuelle ou de l'existence d'une béance. Les quelques tracés qui ont été choisis

pour l'iconographie du texte parmi les milliers qui ont été enregistrés depuis la mise en œuvre en routine de la sonomanométrie au laboratoire de physiologie du Centre d'Etudes et de recherches Techniques Sous-Marines, illustrent les modalités de la démarche interprétative. La classification fonctionnelle tubaire établie après les premiers résultats et publiée par GUILLERM et coll. en 1966 (cf. début chapitre III) reste valable mais doit être complètée au vu de l'expérience acquise durant sept années de pratique et d'établissement de corrélations avec les données cliniques ; la nouvelle classification fonctionnelle proposée dans le tableau suivant est une synthèse des données exposées dans ce chapitre.

- ° -

CLASSIFICATION FONCTIONNELLE DES TROMPES

Exploration sonique	*Exploration manométrique (pression d'ouverture)*	*Surpression résiduelle*	*Manœuvre de Valsalva (pression d'ouverture)*	*D I A G N O S T I C*
Positive continue	= 0	nulle	= 0 manoeuvre de béance positive	Trompe béante
Positive	≃ 0	nulle	< 100	Trompe très perméable
Négative	≤ 15	nulle après 1 - 2 déglutitions	≤ 120	Trompe perméable
Négative	≤ 15	nulle après 1 - 2 déglutitions	négatif ou > 120	Trompe perméable bourrelet ortial probable Aptitude limitée aux variations barométriques rapides
Négative	15< <30	nulle après 1 - 2 déglutitions	≤ 100	Trompe dysperméable dysfonctionnement musculaire
Négative	15< <30	Nombreuses déglutitions nécessaires	> 120 ou négatif	Trompe dysperméable catarrhe tubaire avec ou sans bourrelet ostial
Négative	> 30 ou négative	Nombreuses déglutitions nécessaires	> 120 ou généralement négatif	Trompe sténosée

CHAPITRE IV

APPLICATIONS CLINIQUES ET THERAPEUTIQUES

- ° -

La sonomanométrie tubaire que certains considèraient, à l'origine, comme une technique de laboratoire spécialisé, d'utilisation malaisée en clinique, est adoptée par de grands centres otologiques et elle occupe désormais une place importante parmi les méthodes d'exploration fonctionnelle de l'oreille moyenne.

Le nombre et la qualité des renseignements qu'elle fournit, la variété de ses applications pratiques, que nous allons étudier dans ce chapitre, expliquent certainement ce phénomène.

A - SONOMANOMETRIE ET HYPOACOUSIES DE TRANSMISSION A TYMPAN FERME

Ce chapitre est dominé par l'ostospongiose. Les renseignements tirés de l'interrogatoire (antécédents héréditaires et familiaux), de l'acoumétrie (Federici-Lewis), de l'audiométrie (indice "0" de Sulivan) de la radiographie (en particulier la tomographie) permettent, le plus souvent, de poser le diagnostic.

Néanmoins, la sonomanométrie doit compléter, cette batterie de tests, et cela, pour deux raisons :

- Dans les cas typiques, la confirmation de la bonne perméabilité tubaire apporte un argument supplémentaire à l'élaboration du diagnostic d'ankylose stapedo-vertibulaire et permet d'envisager, après l'intervention, le meilleur fonctionnement possible du système tympano-ossiculo-prothétique.

- Dans les cas atypiques, où le tympan est modifié et le diagnostic plus hésitant, les renseignements fournis par la sonomanométrie ont une valeur encore plus grande pour le clinicien.

B - SONOMANOMETRIE ET DYSPERMEABILITES TUBAIRES

1 - LES DYSPERMEABILITES RENCONTREES EN CLINIQUE

a) Diagnostic

Dans la plupart des cas, le diagnostic est purement clinique car la symptomatologie est très évocatrice. Il en est ainsi dans les catarrhes tubaires, où autophonie, les acouphènes, l'hypoacousie et l'aspect otoscopique sont caractéristiques.

Le spécialiste mettra en œuvre le traitement approprié et la régression progressive des symptômes, aboutissant à la guérison, confirmera la justesse du diagnostic.

La sonomanométrie n'a donc qu'un intérêt limité dans ces cas faciles.

Mais il est des cas plus complexes (symptomatologie moins parlante, récidives, efficacité partielle du traitement) où la sonomanométrie est très

utile, car elle renseigne le clinicien avec précision.

b) Choix thérapeutique

En effet, non seulement la sonomanométrie chiffre le degré de dysperméabilité tubairemais, en fonction des informations qu'elle fournit, elle guide le clinicien dans le choix du traitement. Par exemple, si l'on suspecte une sténose du pavillon par des formations lymphoides, on préfèrera la sonde de Crowe aux insufflations.

c) Contrôle du résultat thérapeutique

Dans tous ces cas, une sonomanométrie effectuée en fin de traitement permettra de juger l'efficacité de ce dernier.

Il faut préciser qu'après une bêta-thérapie par sonde de Crowe, il faut attendre un délai de 2 à 3 mois.

2 - CAS PARTICULIER DES SUJETS EXPOSES AUX BAROTRAUMATISMES DE L'OREILLE

Le nombre sans cesse croissant des adeptes de la plongée sous-marine amène de plus en plus d'otologistes à examiner ces sujets pour apprécier leur perméabilité rhino-tubaire et déterminer leur aptitude à cette activité.

Lorsque la mobilité tympanique n'est pas évidente à l'épreuve de Valsalva et que le clinicien est alors tout à fait indiquée pour renseigner le spécialiste avec précision.

Dans la marine Nationale, où de nombreux personnels sont concernés par les modifications pressionnelles de l'environnement (plongeurs, plongeurs-démineurs, nageurs de combat, sous-mariniers, aviateurs de l'aéronavale) ces examens systématiques sont fréquents et l'attitude adoptée par la clinique O.R.L. de l'hôpital Sainte-Anne, de TOULON, est la suivante :

a) S'il s'agit d'une première visite d'aptitude

Après un examen clinique complet et soigneux, le candidat est adressé au caisson à compression (ou à dépression pour les aviateurs).

Le déroulement satisfaisant de cette épreuve entraîne l'aptitude du sujet.

Si à l'inverse, l'épreuve au caisson est mal tolérée (otalgie, rougeur tympanique à l'otoscopie faite systématiquement à la sortie) une sonomanométrie est demandée et, dans la plupart des cas, elle objective une dysperméabilité.

En fonction des renseignements fournis, le candidat reçoit un traitement et une sonomanométrie de contrôle est effectuée après celui-ci.

Si les trompes ont recouvré une bonne perméabilité, l'aptitude est prononcée mais si la dysperméabilité subsiste, même modérée, le sujet est déclaré définitivement inapte.

b) S'il s'agit de barotraumatisme auriculaires survenus chez des plongeurs certifiés

Quel que soit le degré de gravité du barotraumatisme d'oreille moyenne (même les BTA_1 et BTA_2 de la classification citée dans le rapport de 1966) et surtout si l'accident s'est reproduit, le plongeur est adressé à la sonomanométrie.

Si le résultat est satisfaisant, l'aptitude est maintenue.

Si une dysperméabilité est constatée, on prend une décision d'inaptitude temporaire et on met en œuvre un traitement.

Selon le résultat de la sonomanométrie de contrôle, le plongeur sera déclaré à nouveau apte, ou, au contraire, inapte de façon définitive.

On voit donc, en définitive, que la sonomanométrie est un excellet critère d'aptitude qui permet une

sélection rigoureuse des sujets exposés aux barotraumatismes de l'oreille.

c) Sonomanométrie et béance tubaire

Bien que rare, le syndrome de béance tubaire peut poser un problème diagnostique au clinicien. La symptomatologie, en effet, ressemble souvent au syndrome d'obstruction avec l'autophonie, l'hypoacoustie, la gêne auriculaire, et la confusion, bien qu'a priori paradoxale, est tout à fait possible.

Dans le service O. R. L. de Sainte Anne, il est arrivé que l'erreur soit commise dans les deux sens :

A deux reprises, le diagnostic de béance, établi sur l'impression clinique, n'a pas été confirmé par la sonomanométrie.

En revanche, une béance qui n'avait pas été diagnostiquée par la clinique a été authentifiée grâce à l'exploration sonomanométrique.

D - SONOMANOMETRIE ET MICRO-CHIRURGIE AURICULAIRE

1 - RESULTATS OPERATOIRES EN FONCTION DE LA PERMEABILITE TUBAIRE

Tous les auteurs s'accordent actuellement à reconnaître la fonction tubaire comme un des éléments essentiels à la réussite d'une intervention de microchirurgie auriculaire. Les autres facteurs sont l'état de la muqueuse de la caisse, la présence ou non d'une suppuration de l'oreille moyenne, l'état du système tympano-ossiculaire.

Dans le service ORL de l'Hôpital Sainte Anne toutes les oreilles justiciables d'une intervention sont systématiquement testées par la sonomanométrie. Pour mettre plus clairement en évidence le rôle de la fonction tubaire dans le pronostic de la chirurgie

fonctionnelle de l'oreille n'ont été retenues dans la statistique qui va suivre que les oreilles indemnes de toute suppuration inflammation ou processus cholestéatomateux.

Les pressions d'ouverture qui permettent de classer les trompes en très perméables, moyennement perméables, dysperméables et sténosées, sont celles qui ont été rappelées précédemment. Voici les résultats concernant 191 interventions.

	Nombre D'intervention	Succès	Echecs
Trompe très perméable	72	50 soit 69, 4%	22
Trompe moyennement perméable	95	57 soit 60 %	38
Trompe dysperméable ou sténosée	24	9 soit 37,5 %	15

Ce tableau montre que les résultats sont d'autant meilleurs que la perméabilité tubaire est de bonne qualité. Cela confirme les résultats obtenus par Pieraggi dans le service du Professeur Portmann. (10)

La sonomanométrie est donc indispensable et doit prendre place dans la batterie des examens pré-opératoires.

Si elle objective une bonne perméabilité, le clinicien peut envisager une intervention immédiate avec un pronostic favorable.

En cas de dysfonction, il faut, avant d'opérer, améliorer la perméabilité de la trompe par un traitement adéquat.

2 - CONTROLE POST-OPERATOIRE DE LA PERMEABILITE TUBAIRE

76 oreilles ont eu un contrôle sonomanométrique post-opératoire (4 à 9 mois après l'intervention).

Bonne perméabilité post-opératoire = 26 cas	(inchangée	: 24 cas
	(diminuée	: 2 cas
Perméabilité pré-opératoire moyenne = 31 cas	(inchangée	: 28 cas
	(diminuée	: 2 cas
	(améliorée	: 1 cas
Dysperméabilité pré-opératoire = 19 cas	(inchangée	: 17 cas
	(diminuée	: 1 cas
	(améliorée	: 1 cas

D'une façon générale, l'intervention modifie peu la perméabilité de la trompe, même lorsque la fermeture de la membrane tympanique est obtenue.

- ° -

CONCLUSIONS

-o-

La trompe d'Eustache suscite de nos jours un regain d'intérêt motivé par le rôle qu'elle joue dans le fonctionnement de l'oreille moyenne et par le développement de la chirurgie fonctionelle de la surdité.

Les trois fonctions physiologiques de la trompe sont l'équipression, le drainage et la protection de l'oreille moyenne.

Plusieurs méthodes d'exploration ont été mises au point ; dans le présent travail, nous nous sommes attaché à l'étude de la fonction équipressive de la trompe par la méthode sonomanométrique pour essayer de jeter les bases d'un atlas de sonomanométrie et de situer la place qu'elle occupe dans l'exploration fonctionelle de l'oreille moyenne.

L'examen sonomanométrique comprend trois temps principaux :

- L'exploration sonique.
- L'exploration manométrique.
- L'exploration par la manœuvre de Valsalva.

L'exploration sonique permet d'enregistrer un oscillogramme sonore son absence n'a pas valeur de dysperméabilité.

L'exploration manométrique donne le seuil absolu d'ouverture tubaire qui peut être calculé simplement au moment ou s'inscrit la déflexion caractéristique.

La manœuvre de Valsalva présente fréquemment des aspects atypiques dus à la congestion vasculaire de la caisse du tympan.

L'étude de la surpression résiduelle donne des renseignements sur la perméabilité dans le sens oreille moyenne pharynx.

La lecture attentive du salpingogramme permet d'affirmer l'origine d'une dysperméabilité : soit qu'il s'agisse de l'obstruction de l'ostium tubaire, soit qu'il s'agisse de l'inefficacité des muscles agissant sur la trompe lors de la déglutition. Plus faciles à reconnaître sont les tracés de béance ou de perforation.

Cette méthode est indispensable avant toute intervention otologique bien que l'état de la fonction équipressive ne soit qu'un des facteurs dans la réussite ou l'échec d'une tympanoplastie ; Elle apporte dans la prévention des atteintes barotraumatiques de la plongée sous-marine une aide incomparable.

La sonomanométrie est une méthode fidèle, objective, fournissant des résultats chiffrés qui peuvent être comparés lors d'examens successifs.

Notre souhait est qu'elle tienne dans l'avenir la place qu'elle mérite dans l'exploration fonctionnelle de l'oreille moyenne.

- ° -

SERMENT

En présence des maîtres de cette École, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Reconnaissant envers mes Maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères, et s'ils devaient apprendre la médecine ou recourir à mes soins je les instruirai et les soignerai sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

Vu,
Le Président de l'UNIVERSITE DE BORDEAUX II :
H. BRICAUD

Vu, bon à imprimer,
Le Président de Thèse :
G. NEVERRE

Vu et permis d'imprimer,
Bordeaux, le 22 octobre 1974
le Chancelier des Universités :
R. PAULIAN

BIBLIOGRAPHIE

1 - APPAIX A., BONNAUD G., PRADOURA P. et PECHGOURY F., Intérêt clinique de la sonomanométrie tubaire.
Compte rendu au 70ème congrés de la société française d'ORL ;
1 volume, Arnette éditions, Paris, 1973.

2 - APPAIX A., DEMARD F., BONNAUD G. et JACQUIN M., L'ORL devant la plongée sous-marine et la médecine hyperbare.
JFORL 1973, 22-7, 559.

3 GUILLERM R., BADRE R., RIU R., FLOTTES L., BOUCHE J., LE DEN R., LE MOUEL C., Physiologie de la trompe d'Eustache ; applications cliniques et thérapeutiques.
1 vol. Librairie Arnette éd. Paris 1966.

4 - GUILLERM R., RIU R., BADRE R., LE DEN R., et LE MOUEL C., Une nouvelle technique d'exploration fonctionnelle de la trompe d'Eustache. La sonomanométrie tubaire.
Ann. Oto. Laryng. 1966, 83-7-8-, 523/542.

6 - GERSDORFF M. et VOGELEER, L'impédancemétrie clinique.
Cahier ORL 1973, 8-1, 16/52.

7 - HESHIKI Z. et PIERAGGI J., Sonomanométrie et microchirurgie auriculaire.
Rev. Laryng. 1972, 93-5-6, 282/286.

8 - MALBERTIE C., Utilisation clinique de la sonomanométrie.
Thèse Médecine Marseille 1972, n° 329.

9 - PERROT C., Influence de la bétathérapie dans les dysperméabilités tubaires testées par sonomanométrie.
Thèse Médecine Bordeaux 1970, n° 216.

10 - PIERAGGI J., Intérêt de la sonomanométrie dans le pronostic de la microchirurgie auriculaire.
Rev. Laryng. 1974, 95-5-6, 320/324.

11 - RABALL J.A, Mesure sonomanométrique de la perméabilité tubaire et pathologique de voisinage.
ORL 1972, 34-6, 356.

12 - RABALL J.A., Contribution à l'étude de la trompe d'Eustache et de la perméabilité par la méthode sonomanométrique.
Thèse Médecine Lausane 1973.

13 - VENKER A., Sonomanométrie investigation of the Eustachian tube function and tympanoplastie.
ORL 1973, 35, 233/236.

- ° -

EDITIONS BERGERET 71/73, rue Leyteire 33000 BORDEAUX T.(56)91 12 59